

**ANALISIS KEBUTUHAN KAPASITAS BATERAI 110 VOLT
DC GARDU INDUK 150 KV BAWEN**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik**

Oleh:

MUH HASAN RIFA'I

D 400 15 0030

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2019**

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISIS KEBUTUHAN KAPASITAS BATERAI 110 VOLT DC GARDU
INDUK 150KV BAWEN**

PUBLIKASI ILMIAH

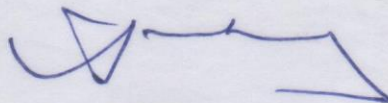
oleh:

MUH HASAN RIFA'I

D400 150 030

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



Ir. JATMIKO, M.T
NIK. 622

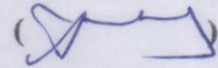


HALAMAN PENGESAHAN
ANALISIS KEBUTUHAN KAPASITAS BATERAI 110 VOLT DC GARDU INDUK 150KV
BAWEN

OLEH
MUH HASAN RIFA'I
D400150030

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Selasa 16 Juli 2019
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

- 1.Ir.Jatmiko, M.T.**
(Ketua Dewan Penguji)
- 2.Agus Supardi, S.T.M.T.**
(Anggota I Dewan Penguji)
- 3.Tindyo Prasetyo, S.T. M.T.**
(Anggota II Dewan Penguji)

()
()
()

Dekan,


Ir. Sri Sunarjono, M.T., PhD
NIK. 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 16 Juli 2019

Penulis



MUH HASAN RIFA'I

D400150030

ANALISIS KEBUTUHAN KAPASITAS BATERAI 110 VOLT DC GARDU INDUK 150 KV BAWEN

Abstrak

Untuk kelancaran dalam melayani kebutuhan listrik konsumen di butuhkan kinerja peralatan listrik yang optimal pada gardu induk, salah satunya adalah Sumber daya DC . Di Gardu Induk 150KV Bawen peralatan proteksi mendapatkan sumber daya DC dari baterai 110 Volt DC peralatan seperti rele, pembaca alat ukur, motor penggerak pada PMT dan PMS agar dapat berfungsi dengan baik, maka sumber daya DC yang di berikan baterai pada peralatan proteksi harus mampu dalam memenuhi kebutuhan sumber daya DC meski dalam keadaan blackout maupun dalam keadaan tanpa charger. Oleh sebab itu perlu di lakukan pemeliharaan rutin pada baterai dan juga pengujian kapasitas baterai khususnya pada baterai 110 Volt DC agar tetap handal dan layak untuk memenuhi kebutuhan sumber daya DC pada Gardu Induk 150KV Bawen. Dalam penelitian ini dibutuhkan data pemeliharaan dan data uji kapasitas baterai 110 Volt DC. Berdasarkan hasil pengujian kapasitas baterai dan perhitungan beban sumber daya DC baterai 110 Volt DC pada Gardu Induk 150 KV Bawen dapat dikatakan handal dan mampu memenuhi kebutuhan sumber daya DC selama 8,72 jam ketika terjadi *Blackout* karena setelah 5 jam pengujian baterai dapat di ketahui efisiensi baterai sebesar 84,49%, tegangan 101 Volt dan kapasitas baterai sebesar 218 Ah terbaca di alat ukur dan sudah sesuai standar IEC.

Kata kunci: Baterai, Kapasitas Baterai, Pemeliharaan Baterai, Gardu induk 150KV

Abstract

For fluency in serving the electricity needs of consumers, the optimum performance of electrical equipment is needed at the substation, one of which is DC Resources. In the 150KV substation, the protection equipment gets DC power from a 110 Volt DC battery such as relay, measuring instrument reader, drive motor in PMT and PMS to function properly, then the DC power supply provided by the battery in the protection equipment must be capable of meeting DC resource requirements even if it is blackout or without a charger. Therefore it is necessary to carry out routine maintenance on the battery and also test the battery capacity especially on the 110 Volt DC battery so that it remains reliable and feasible to meet the needs of the DC power source at the Bawen 150KV Substation. In this research, maintenance data and test data of 110 Volt DC battery capacity are needed. Based on the results of battery capacity testing and calculation of the 110 Volt DC battery DC load at the 150 KV Bawen Substation it can be said to be reliable and able to meet DC resource requirements for 8.72 hours when Blackout occurs because after 5 hours battery testing can be known battery efficiency at

84.49%, the voltage of 101 volts and the battery capacity of 218 Ah are read in the measuring instrument and are in accordance with IEC standards.

Keywords: Battery, Battery Capacity, Battery Maintenance, 150KV substation

1. PENDAHULUAN

Listrik sangatlah penting untuk kebutuhan manusia, energi listrik yang di hasilkan dari pembangkit kemudian di transmisikan ke gardu-gardu induk di Indonesia. Gardu Induk merupakan suatu sistem instalasi listrik yang berfungsi untuk, menaikkan dan menurunkan tegangan sesuai kebutuhan, menerima dan menyalurkan tenaga listrik, dan untuk menunjang keandalan sistem tenaga listrik terkait. Dalam pengoperasian tenaga listrik terdapat dua macam sumber tenaga untuk kontrol di dalam Gardu Induk, yaitu sumber daya DC dan sumber daya AC. Baterai digunakan sebagai sumber daya DC untuk kebutuhan operasi relay proteksi, kontrol dan scadatel kontrol dan harus selalu mempunyai keandalan dan stabilitas yang tinggi.

Energi listrik yang berkualitas dan kontinitas yang baik di dapat dengan cara melakukan pemeliharaan berkala guna menjaga menjaga peralatan listrik agar dapat bekerja dengan optimal dan mencegah gangguan yang dapat mengakibatkan kerusakan pada sistem. Salah satunya adalah dengan menjaga sumber daya DC yang di hasilkan dari baterai 110 Volt DC di Gardu Induk 150KV Bawen yang berfungsi sebagai sumber daya Motor-motor PMT dan PMS, relay proteksi dan meter-meter digital, Sinyal, alarm dan indikasi, Tripping dan Closing coil. Agar tetap berfungsi dengan baik dan bisa mensuplai daya ke peralatan tersebut meski dalam keadaan tanpa charger maupun dalam keadaan blackout.

Berdasarkan hal tersebut maka perlu di lakukan pemeliharaan rutin pada baterai dan juga pengujian kapasitas baterai khususnya pada baterai 110 Volt DC. dengan adanya pemeliharaan dan pengujian bertujuan untuk mengetahui kinerja dari alat yang diuji, apakah dapat beroperasi sesuai dengan fungsinya dan sesuai dengan apa yang ditargetkan, serta dari hasilnya dapat diketahui kelebihan dan kekurangan dari alat yang diuji. Pemeliharaan baterai meliputi pengukuran

tegangan keseluruhan baterai ,tegangan per sel baterai dan berat jenis. Pengujian kapasitas baterai 110 Volt DC di Gardu Induk 150 KV Bawen menggunakan standar C5, yaitu waktu pengujian selama 5 jam. C5 adalah standar Di PT.PLN (PERSERO) untuk pengisian baterai. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi dan kapasitas sebenarnya pada baterai sehingga dapat memenuhi kebutuhan kapasitas baterai 110 Volt DC di Gardu Induk 150 KV Bawen dan mengetahui apakah masih handal dan layak untuk memberikan suplai DC terhadap peralatan proteksi saat terjadi gangguan hilang tegangan (*blackout*).

2. METODE

2.1 Rancangan Penelitian

Sebelum melaksanakan penelitian perlu membuat rancangan penelitian. Agar setiap langkah dan tujuan dapat dilakukan dengan baik maka dibuatlah rancangan penelitian dengan 3 tahap sebagai berikut :

1) Studi literature

Tahap satu yaitu melakukan studi literature untuk mencari referensi-referensi materi penelitian, mengumpulkan jurnal nasional dan internasional yang sesuai dengan penelitian atau melakukan wawancara dengan narasumber sebagai acuan untuk melakukan analisa kebutuhan kapasitas baterai 110 Volt DC pada Gardu Induk Bawen.

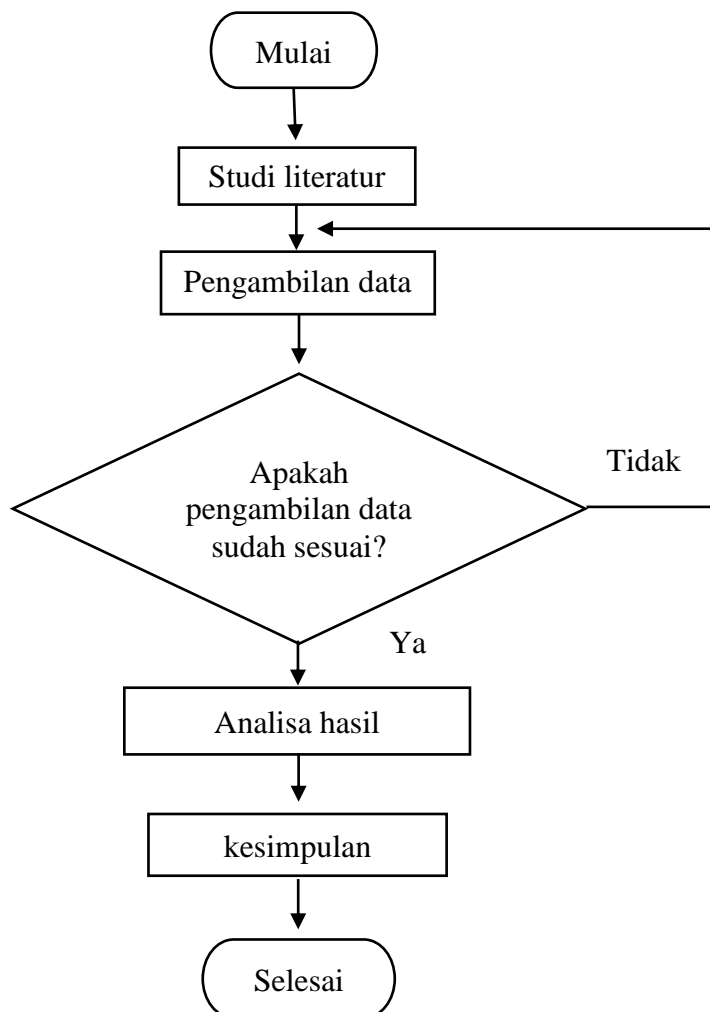
2) Pengumpulan data

Tahap kedua yaitu pengumpulan data dilakukan dengan cara mengumpulkan data di Gardu Induk 150KV Bawen, data yang dibutuhkan yaitu berupa data baterai, inventaris beban, data pemeliharaan baterai dan data pengujian kapasitas baterai 110 Volt DC.

3) Analisis data

Tahap ketiga yaitu analisis data yang dilakukan setelah proses pengambilan data di Gardu Induk 150KV Bawen.

2.2 Flowchart Penelitian



Gambar 1. Flowchart Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan analisis kebutuhan kapasitas baterai dari penelitian ini meliputi data baterai, inventaris beban, data pemeliharaan baterai dan juga data pengujian kapasitas baterai 110 Volt DC Gardu Induk 150 KV Bawen

3.1.1 Data Baterai

Merk baterai : NIFE, Tipe L406-2 buatan Swedia
Tahun pembuatan :1993
Tahun operasi :1995
Jenis baterai : Alkali

Jumlah sel : 90 sel baterai
Tegangan tiap sel : Charger ON 1,42 V
Charger OFF 1,30V
Kapasitas baterai : 258 Ah

Tabel 1 . Data Pemeliharaan Baterai 110 Vdc Bulan Mei 2019

NO SEL	TEGANGAN		BJ
	ON	OFF	
1	1.40	1.30	1.17
2	1.40	1.30	1.17
3	1.39	1.30	1.17
4	1.40	1.30	1.17
5	1.40	1.30	1.17
6	1.40	1.30	1.17
7	1.40	1.30	1.17
8	1.40	1.30	1.17
9	1.40	1.30	1.17
10	1.40	1.30	1.17
11	1.40	1.30	1.17
12	1.40	1.30	1.17
13	1.39	1.30	1.17
14	1.40	1.30	1.17
15	1.39	1.29	1.17
16	1.39	1.30	1.17
17	1.40	1.30	1.17
18	1.40	1.30	1.17
19	1.40	1.30	1.17
20	1.39	1.30	1.17
21	1.39	1.29	1.17
22	1.39	1.29	1.17
23	1.39	1.29	1.17
24	1.38	1.29	1.17
25	1.40	1.30	1.17
26	1.40	1.30	1.17
27	1.40	1.30	1.17
28	1.40	1.29	1.17
29	1.39	1.30	1.17
30	1.40	1.30	1.17

NO SEL	TEGANGAN		BJ
	ON	OFF	
31	1.39	1.29	1.17
32	1.39	1.29	1.17
33	1.40	1.30	1.17
34	1.40	1.30	1.17
35	1.39	1.29	1.17
36	1.39	1.29	1.17
37	1.40	1.30	1.17
38	1.40	1.29	1.17
39	1.39	1.29	1.17
40	1.40	1.29	1.17
41	1.39	1.29	1.17
42	1.40	1.30	1.17
43	1.40	1.29	1.17
44	1.40	1.29	1.17
45	1.39	1.29	1.17
46	1.39	1.29	1.17
47	1.39	1.29	1.17
48	1.39	1.29	1.17
49	1.39	1.29	1.17
50	1.39	1.29	1.17
51	1.39	1.29	1.17
52	1.39	1.29	1.17
53	1.39	1.29	1.17
54	1.39	1.29	1.17
55	1.39	1.29	1.17
56	1.39	1.29	1.17
57	1.40	1.29	1.17
58	1.40	1.29	1.17
59	1.39	1.29	1.17
60	1.40	1.29	1.17

NO SEL	TEGANGAN		BJ
	ON	OFF	
61	1.39	1.29	1.17
62	1.40	1.29	1.17
63	1.39	1.29	1.17
64	1.40	1.29	1.17
65	1.39	1.29	1.17
66	1.39	1.29	1.17
67	1.39	1.29	1.17
68	1.39	1.29	1.17
69	1.39	1.29	1.17
70	1.40	1.29	1.17
71	1.39	1.29	1.17
72	1.39	1.29	1.17
73	1.40	1.29	1.17
74	1.39	1.29	1.17
75	1.39	1.29	1.17
76	1.39	1.29	1.17
77	1.40	1.29	1.17
78	1.40	1.29	1.17
79	1.39	1.29	1.17
80	1.39	1.29	1.17
81	1.39	1.29	1.17
82	1.39	1.29	1.17
83	1.39	1.29	1.17
84	1.40	1.29	1.17
85	1.40	1.29	1.17
86	1.40	1.29	1.17
87	1.40	1.29	1.17
88	1.40	1.29	1.17
89	1.40	1.29	1.17
90	1.39	1.29	1.17

Pada pemeliharaan baterai bulan Mei 2019 didapatkan hasil pengukuran tegangan dan berat jenis tiap sel baterai dengan rata-rata tegangan Charger ON 1,39 Volt, charger OFF 1,29 Volt dan berat jenis 1,17 kg/L , sedangkan Standard nya adalah 1,40 Volt sampai 1,44 Volt untuk keadaan Charger ON dan tegangan 1 Volt untuk keadaan charger OFF, Standar untuk berat jenisnya adalah 1,16 kg/L sampai 1,20 kg/L, kriteria umur operasi penggantian baterai pada gardu induk kisaran 10 sampai 15 tahun dikategorikan Tua, sedangkan lebih dari 15 tahun dikategorikan Sangat Tua.

3.1.2 Pengukuran tegangan total baterai pengisian *Floating*

Tabel 2. Data Hasil pengukuran tegangan

Titik Pengukuran	Charger ON	Charger OFF
Positif – Negatif	125,7 Volt	113,7 Volt
Positif – Groun	79,2 Volt	70,2 Volt
Negatif – Ground	46,4 Volt	43,3 Volt

Dari hasil pengukuran diketahui tegangan total sel baterai pada saat charger ON dan OFF, tegangan positif ke ground dan negatif ke ground sudah sesuai standar pengukuran keseimbangan tegangan yaitu $50\% \pm 12,5\%$

3.2 Pengujian Kapasitas Baterai 110 Volt DC Gardu Induk 150 KV Bawen

Tabel 4. Data pengujian kapasitas baterai

No	Waktu	Tegangan (Volt)	Arus (Amper)	Kapasitas (Ah)
1	00:00	125,1	51,6	0
2	01:00	110	51,6	49
3	02:00	107,2	51,6	98,3
4	03:00	105,4	51,6	134,8
5	03:30	104	51,6	166,2
6	04:00	103,7	51,6	197,4
7	04:15	103,6	51,6	200,6
8	04:30	102,1	51,6	208
9	04:45	101,5	51,6	214,9
10	05:00	101	51,6	218

Tabel 5. Data hasil pengujian

Baterai	Sebelum	Sesudah
Tegangan baterai	125,1 Volt	101
Tegangan stop	90 Volt	90 Volt
Arus	51,6	51,6
Kapasitas	258 Ah	218 Ah
Waktu	5 jam	4,22 jam

Sebelum pengujian rata-rata tegangan tiap selnya adalah 1,39 Volt kemudian setelah pengujian rata-rata tegangan tiap selnya turun menjadi 1,12 Volt dan kapasitasnya turun dari 258 Ah menjadi 218 Ah.

Pengujian dilakukan dengan memberi beban baterai (arus pengosongan / I discharging) sebesar 0,2 dari kapasitas baterai yang telah di standarkan oleh IEC (International Electrotechnical Commission)

Seting pengosongan baterai :

Waktu pengosongan : 5 jam
 Tegangan per sel baterai : 1 Volt
 Tegangan total minimum : $1 \times 90 = 90$ Volt
 Arus pengosongan : $I = 0,2 \times 258\text{Ah} = 51,6$ Amper

Uji kapasitas $C = I \times t$
 Pada jam ke 0 ($t = 0$) (1)
 Tegangan total = 125,1 Volt
 $C = 51,6 \times 0$
 $= 0\text{Ah}$

Pada jam ke 1 ($t = 1$) (2)
 Tegangan Total = 110 Volt
 $C = 51,6 \times 1$
 $= 51,6 \text{ Ah}$
 (data hasil pengujian = 49)

Pada jam ke 2 ($t = 2$) (3)
 Tegangan Total = 107,2 Volt
 $C = 51,6 \times 2$
 $= 103,2 \text{ Ah}$
 (data hasil pengujian = 98,3 Ah)

Pada jam ke 3 ($t = 3$) (4)
 Tegangan Total = 105,4 Volt
 $C = 51,6 \times 3$
 $= 154,8 \text{ Ah}$
 (data hasil pengujian = 134,8 Ah)

Pada jam ke 4 ($t = 4$) (5)
 Tegangan total = 103,7 Volt
 $C = 51,6 \times 4$
 $= 206,4 \text{ Ah}$
 (data hasil pengujian = 166,2 Ah)

Pada jam ke 5 ($t = 5$) (6)
 Tegangan Total = 101 Volt
 $C = 51,6 \times 5$
 $= 258 \text{ Ah}$
 (data hasil pengujian = 218 Ah)

3.2.1 Menghitung Efisiensi Baterai

Kapasitas Discharger : 218 Ah

Kapasitas Charger : 258 Ah

$$\text{Efisiensi baterai} = \frac{\text{Kapasitas Discharger}}{\text{Kapasitas Charger}} \times 100\%$$

$$= \frac{218}{258} \times 100\%$$

$$= 84,49\%$$

Baterai dapat dikategorikan baik ketika kapasitasnya lebih dari 80% dan kurang baik jika kurang dari 80% untuk standar pabrikan dan kurang 60 % untuk standar PLN

3.2.2 Kebutuhan Kapasitas Baterai 110 Volt DC

Gardu induk 150Kv Bawen membutuhkan sumber daya DC 110 Volt sebesar 25 Amper, kapasitas baterai 110 Volt DC saat ini sebesar 218 Ah. Maka dapat di ketahui beban dari Gardu Induk Bawen adalah :

$$P = V \times I$$

$$= 110 \times 25$$

$$= 2750 \text{ Watt}$$

Jadi baterai 110 Volt di Gardu Induk Bawen dapat bertahan selama 8,72 jam saat terjadi blackout. dengan demikian Baterai 110 Volt DC pada Gardu Induk 150 KV Bawen dapat dikatakan handal dan mampu memenuhi kebutuhan sumber daya DC ketika terjadi *Blackout* karena setelah 5 jam pengujian baterai dapat di ketahui kapasitas baterai sebesar 218 Ah atau 84,49% dari kapasitas sesungguhnya.

4. PENUTUP

Hasil penelitian analisis kebutuhan kapasitas baterai yang telah dilakukan di Gardu Induk 150 KV Bawen dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 1) Pada pemeliharaan baterai bulan Mei 2019 didapatkan hasil pengukuran tegangan dan berat jenis tiap sel baterai yang sudah sesuai dengan stardar yang berlaku dengan rata-rata tegangan Charger ON 1,39 Volt, tegangan OFF 1,29 Volt dan berat jenis 1,17 kg/l
- 2) Umur baterai 110V DC pada gardu induk tergolong sudah sangat tua karena sudah lebih dari 15 tahun

- 3) Dari hasil pengukuran tegangan total sel baterai pada saat charger ON dan OFF, tegangan positif ke ground dan negatif ke ground sudah sesuai standar pengukuran keseimbangan tegangan yaitu $50 \% \pm 12,5 \%$
- 4) Dari hasil pengujian kapasitas baterai 110 V DC dapat diketahui tegangan 90 sell baterai adalah 101 Volt dan kapasitas baterai sebesar 218 Ah dan efisiensi baterai 84,49%
- 5) Kebutuhan kapasitas baterai 110 Volt DC pada Gardu Induk 150 Bawen sebesar 25Ah dapat terpenuhi karena sudah diketahui kapasitas baterainya sebesar 218Ah yang berarti mampu memberikan sumber daya DC selama 8,72 jam ketika terjadi *blackout*.

DAFTAR PUSTAKA

- DrC.R. Bayliss CEng FIET, B.J. Hardy CEng FIET, 2012. in [Transmission and Distribution Electrical Engineering \(Fourth Edition\)](#).
- S.B. Pienaar, K. Kusakana and P.T. Manditereza, 2017. Usage of Battery Energy Storage Systems to Defer Substation Upgrades : Central University of Technology, Free State 20 Pres Brand, Bloemfontein 9300, South Africa
- PLN. 2014. Buku Petunjuk Batasan Operasi dan Pemeliharaan Peralatan Penyaluran Tenaga Listrik AC/DC Suplai. Jakarta: PT. PLN (Persero).
- PLN. 2014. Buku Petunjuk Batasan Operasi Dan Pemeliharaan Peralatan Penyaluran Tenaga Compartment. Jakarta: PT. PLN (Persero).
- Ricky Agned, Nurhalim, 2016. Studi Kapasitas Baterai 110 Vdc pada Gardu Induk 150 kV Bangkinang
- Salam, Ibnu. 2014. Baterai-Charger Pada Gardu Induk 150 KV Srandol. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Cahyo Adhi Nugroh, 2013. Pemeliharaan Tahunan Sistem DC (Baterai 48 Volt Unit II) di Gardu Induk 150KV Srandol : Universitas Diponegoro.
- <https://www.pln.co.id/>. Di akses pada 8 juli 2019